Wstęp do Sztucznej Inteligencji

Wprowadzenie

Joanna Kołodziej
Politechnika Krakowska
Wydział Fizyki, Matematyki i Informatyki

Definicja

Sztuczna Inteligencja (Artificial Intelligence, AI) to dziedzina nauki zajmująca się rozwiązywaniem zagadnień efektywnie niealgorytmizowalnych w oparciu o modelowanie wiedzy.

Inne definicje:

* AI to nauka mająca za zadanie nauczyć maszyny zachowań podobnych do ludzkich.
* AI to nauka o tym, jak nauczyć maszyny robić rzeczy które obecnie ludzie robią lepiej.
* AI to nauka o komputerowych modelach wiedzy umożliwiających rozumienie, wnioskowanie i działanie.

AI i inne nauki

AI zaliczana jest do nauk kognitywnych, chociaż nie wszystkie jej metody mają coś wspólnego z umysłem.

AI uznawana jest również za część informatyki.

Inteligencja Obliczeniowa (Computational Intelligence) ma na celu rozwiązywanie zagadnień efektywnie niealgorytmizowalnych przy pomocy obliczeń. AI jest jej częścią korzystającą z modelowania wiedzy, inne obszary CI nie korzystają z metod symbolicznych.

AI & CI

Kognitywistyka zajmuje się zrozumieniem mechanizmów poznawczych umysłu; z tego punktu widzenia:

- CI zajmuje się modelowaniem procesów percepcji, pamięci, sterowania, reakcji, zachowań sensomotorycznych;
- AI modelowaniem wyższych czynności poznawczych: myślenia, rozumowania, rozwiązywania problemów, logiką, językiem.
- AI to część CI posługująca się symboliczną reprezentacją wiedzy, inżynierią wiedzy, tworzeniem systemów ekspertowych.
- CI zmierza do automatyzacji procesów akwizycji wiedzy z obserwacji, analizy danych, percepcji, kategoryzacji, aproksymacji.
- CI-AI: niewielkie nakrywanie, trochę systemów hybrydowych.

Soft Computing
Optymalizacja badania operacyjne
Logika rozmyta
Sieci neuronowe
Algorytmy ewolucyjne
Wizualizacja
CI - numeryczne
Dane + Wiedza
AI - symboliczne
Metody statystyczne
Data mining
Rachunek prawdop.
Systemy ekspertowe
Uczenie maszynowe
Rozpoznawanie Wzorców

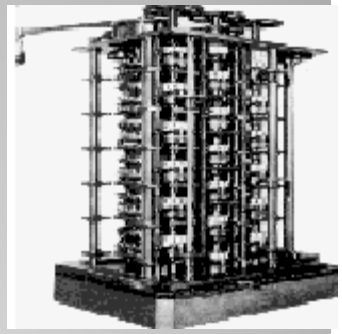
Początki

- Ramon Lull, XIII wiek, kataloński filozof i teolog, franciszkanin, „Ars magna generalis et ultimata” - systemu logicznego, obejmującego wszystkie gałęzie wiedzy.
- Gottfried F. Leibniz, 1646-1716.
  Czterodziałaniowa maszyna licząca w 1694 r,
  projekt maszyny działającej w systemie dwójkowym.

Problem Leibniza: jak większa liczba dzielona przez mniejszą może dać to samo co mniejsza przez większą?

Maszyny liczące

- Charles Babbage, 1792-1871, projekty maszyny różnicowej i maszyny analitycznej, „snującej myśli jak krosna Jacquarda snują włókna”.



- John von Neumann, 1945, podał ogólny schemat działania uniwersalnego komputera, znanego jako „maszyna z Princeton”.

Informatyka

- 1949: Claude Shannon i teoria informacji;
  Norbert Wiener „Cybernetyka czyli sterowanie i komunikacja w zwierzęciu i maszynie”.
  McCulloch i Pitts - sieć nerwowa jako układu elementów logicznych.

- Allan Turing, 1912-1954, ojciec informatyki teoretycznej, rozważa w 1950 roku możliwości myślenia maszyn, formułuje „test Turinga” w pracy „Computing Machinery and Intelligence”.

Sumaryczna inteligencja na ziemi jest stała, tylko populacja rośnie ...

Powstanie AI

- Marvin Minksky, 1956, nazwa "sztuczna inteligencja".
- Allen Newell, Herbert Simon, 1958 - General Problem Solver, próba stworzenia ogólnego programu do rozwiązywania problemów.
- Newell i Simon, 1975, AI jako nauka empiryczna, symboliczne systemy oparte na wiedzy jako model umysłu.

Wielkie projekty

Po 1990 roku:

- 5 generacja komputerów w Japonii.
- Projekty hybrydowe CI.
- Era agentów programowych, inteligencja rozproszona.
- Elementy AI w wielu programach komercyjnych.

Zastosowania: wszędzie tam, gdzie nie ma pełnej teorii a wymagane są inteligentne decyzje.

Najbardziej udane: programy do obliczeń symbolicznych przy pomocy algebry komputerowej.

Kluczowe zagadnienia I

- Rozwiązywanie problemów: gry i zagadki logiczne, gry planszowe, obliczenia symboliczne.
- Główne metody to szukanie i redukcja problemów. Mistrzowskie rezultaty: warcaby, szachy i inne, ale np. go wymaga bardziej wyrafinowanych technik. Obliczenia symboliczne przy pomocy programów algebry komputerowej.
- Rozumowanie logiczne, dowodzenie twierdzeń.
- Manipulowanie obiektami z bazy zapisanych jako dyskretne struktury danych, duże problemy, wybór istotnych faktów i hipotez wymaga AI. Projektowanie układów logicznych.

Kluczowe zagadnienia II

- Język naturalny: rozumienie języka, tłumaczenie maszynowe, rozumienie mowy mówionej.
  Budowa baz danych z tekstów, wiedza kontekstowa, rola oczekiwań w interpretacji znaczeń.
- Programowanie automatyczne lub autoprogramowanie.
  Opis algorytmów przy pomocy języka naturalnego, automatyczne pisanie programów, modyfikacja swojego własnego programu, programowanie dostępu do baz danych dla menedżerów.
- Ekspertyza, systemy doradcze, inżynieria wiedzy.
  Reprezentacja wiedzy, dialog z systemem, wyjaśnianie rozumowania, akwizycja wiedzy często nieuświadomionej.

Kluczowe zagadnienia III

- Robotyka i wizja, rozpoznawanie obrazu, kształtów i cech przedmiotów, kontrola ruchu.
  Programy manipulujące kończynami robotów, optymalizacja ruchów, planowanie sekwencji czynności, integracja senso-motoryczna na poziomie przed-symbolicznym.
  Integracja z metodami CI kontroli i analizy obrazów.
- Systemy i języki: to narzędzia dla pracy w AI i jednocześnie jej produkty uboczne.
  Języki programowania, idee time-sharing, przetwarzanie list, debugowanie są ubocznym wynikiem badań nad AI.
  LISP, Prolog, wiele języków specjalistycznych rozwinięto dla potrzeb AI.

Dwie drogi do AI

Początek długiej drogi.

Inteligencję próbujemy osiągnąć przez:

- Programowanie logiczne, poziom symboliczny - inteligencja rozumiana koncepcyjnie.

  Podejście symboliczne - krytykowane przez filozofów AI, np. H. Dreyfus, What Computer Still Can't Do, MIT Press 1972.
- Modele inspirowane przez działanie mózgu, symulacje - inteligencja obliczeniowa.
- Najsilniejsze ośrodki: MIT, Stanford, CalTech, Berkeley.
- W Europie: Edynburg w Szkocji, Marsylia w Francji.
- Wielkie firmy komputerowe: IBM, Microsoft, Siemens.

Porażki i sukcesy AI

- Trudno o dobrą teorię, gdyż inteligencja jest bardzo złożoną funkcją mózgu.
  Jedynie systemy o podobnej złożoności mogą wykazywać zachowania na podobnym poziomie inteligencji.
- Postrzeganie AI jako porażki jest całkiem fałszywe.
- Wielkie projekty w AI pozwoliły sporo się nauczyć.

Najbardziej ambitne projekty:

- Japoński projekt komputerów piątej generacji.
- Projekty amerykańskie.
- Projekty europejskie.

Komputery piątej generacji.

- Lata 1982-94.
  Budżet rzędu miliarda USD na 10 lat.

- Ministry of International Trade and Industry (MITI, Japonia).
  Ok. 40 młodych ludzi z różnych firm komputerowych.
  Institute for New Generation of Computer Technology (ICOT).

- Budowa „Knowledge Information Processing Systems (KIPS)”.
  W latach 90. KIPS miały być „centralnym narzędziem we wszystkich dziedzinach społecznej działalności, włączając w to ekonomię, przemysł, kulturę, życie codzienne”.

- Wzorowany na udanym programie
  National Super-Speed Computer Project.

Wyniki I

- Program zakończono w 1994 roku, o pierwotnych celach nie wspominano.
- Problem: skupienie się na podejściu symbolicznym, oparcie na Prologu i logice, stacje Symbolics.
- Obecnie prawie wszystkie cele zostały osiągnięte innymi metodami - w tym ideograficznych procesorów tekstu.
- Rozwinięto systemy równoległego i rozproszonego przetwarzania wiedzy oraz systemy równoległego wnioskowania (PIM, Parallel Inference Machines).
- Obiektowo zorientowane języki do reprezentacji wiedzy: KL1, KLIC i QUIXOTE, pozwalające na opis skomplikowanych fragmentów wiedzy, np. dotyczących reakcji biologicznych czy zagadnień prawniczych.

Wyniki II

- MGTP, program do dowodzenia twierdzeń, działa pod Parallel Inference Machine Operating System.

  Dowody istnienie pewnych kwazigrup na maszynie o 256 procesorach.

- Genetyka i biologia molekularna, reprezentacja wiedzy w genetyce (w ostatnich 2 latach projektu).
  Obecnie wyrosła z tego bioinformatyka.

- System Helic-II, symulacja rozważań prawników, dyskusja między prokuratorem i adwokatem, interpretacja przepisów prawnych, intencji oskarżonych i symulacja rozumowania sędziego.

Wyniki III

- Rozwinięto metody szukania i organizacji wiedzy w dużych, rozproszonych baz danych multimedialnych.
- Komputerowe wspomaganie projektowania (CAD) z wykorzystywaniem wnioskowania logicznego na masowo równoległych komputerach.
- Od 1992 roku RWCP, Real World Computing Partnership, zorientowany na przetwarzanie informacji w trudnych zagadnieniach praktycznych.

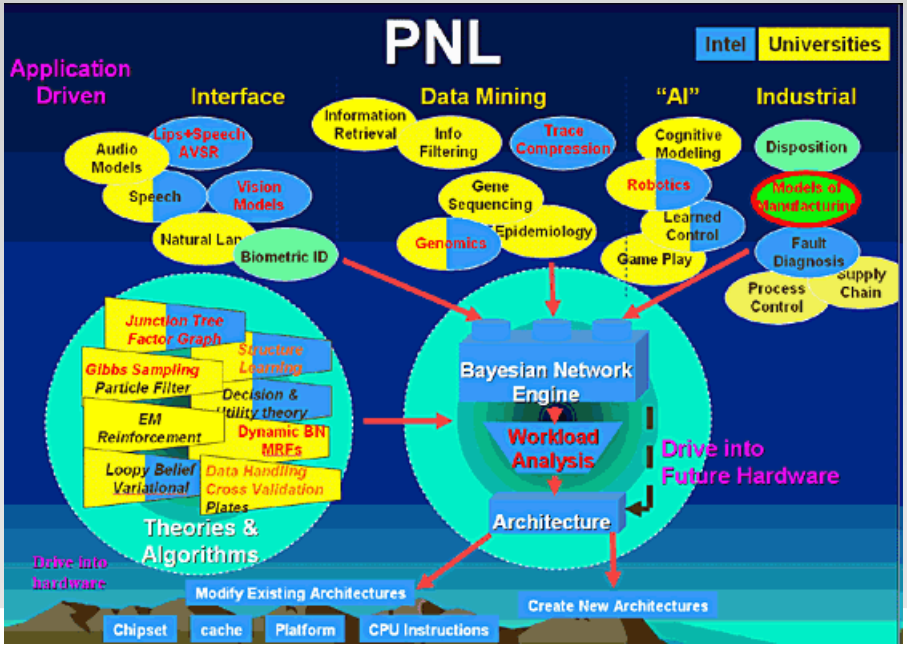
  5 centralnych tematów, w tym: masowe przetwarzanie równoległe, integracja symbolicznego i neuronowego przetwarzania informacji, komputery optyczne, funkcje poznawcze mózgu, modelowanie sieci neuronowych i reprezentacja informacji źle lub nieprecyzyjnie określonej.

Projekty amerykańskie

- Najsilniejsze w AI ośrodki naukowe są w USA.
- Projekty AI finansowane przez DARPA (Department of Defense Advanced Research Projects Agency) - automatyczne samoloty i czołgi; w 2005 roku 5 autonomicznych pojazdów przejechało 200 km przez pustynię w stanie Nevada.
- Microelectronic and Computer Technology Corporation (MCC), od 1983 roku, konsorcjum większości dużych firm, AI, CAD/CAM, superkomputery, IC ...
- „Inicjatywa superkomputerowa” (supercomputing initiative) - teraflop computer i gigabit networks => Grid, Cloud Computing.
- System ekspertowy CYC, Douglas Lenat, od 1984 roku! "Zdrowy rozsądek" wymaga milionów reguł! CYC zawiera w podstawowej wersji ponad milion reguł. Ryzykowny projekt, jaka jest stabilność i przydatność? Baza wiedzy CYC jest coraz bardziej w cenie, od 1995 roku firma CycCorp.

Intel

- Również producenci sprzętu szukają w AI możliwości usprawnień: np. dyski SMART, które dokonują autodiagnostyki.
- Intel Proactive Computing, Open Source Computer Vision Library, Audio-Visual Speech Recognition, Probabilistic Network Library, http://www.intel.com/technology/computing/pnl/



Supersystemy

- System ekspertowy CYC, przez 10 lat rozwijany w MCI, pof kierownictwem Douglasa Lenata.

  „Zdrowy rozsądek” wymaga milionów reguł! CYC zawiera w podstawowej wersji ponad milion reguł.

  Ryzykowny projekt, stabilność i przydatność?

  Baza wiedzy CYC coraz bardziej w cenie, od 1995 roku firma CycCorp.

- Alternatywa: inteligencja behawioralna, rozwój robota podobny do rozwoju dziecka (już Turing pisał o stworzeniu „child machine”), projekt Cog z MIT, od 1992 roku.

Europa

- W Anglii do 1973 sporo prac w AI.
  Krytyczny raport matematyka Sir Jamesa Lighthilla to zmienił: AI to utopia; fundusze obcięto.
  Po 1982 r. sytuacja się zmieniła; kilka dobrych ośrodków (Edynburg, Sussex) kognitywnych.

- Francja, od 1982 program rozwoju komunikacji, robotyki i AI.
  Plany: już w 1990 roku 20% produkcji dzięki robotom.
  Projekt inteligentnej encyklopedii (co z nim?).

- Unia Europejska: ESPRIT - European Strategic Program for Resources in Information Technology, w tym mikroelektroniką, robotyką, AI, oprogramowanie.
  Udział politechnik, uniwersytetów i dużych firmy IT.

Literatura

Podręczniki zagraniczne:

- S. Russell, P. Norvig, Artificial Intelligence: Modern Approach, 2002

  Jest to obecnie najczęściej używana książka do wykładania AI, prezentuje ujęcie oparte na systemach agentowych, wkrótce pojawi się polskie tłumaczenie?

- G.F. Luger, Artificial Intelligence, 5th ed (Addison Wesley 2005)

  Piąte wydanie, bardzo obszerny podręcznik.

- P. Winston, Artificial Intelligence (3rd ed, Addison Wesley 1992)
- N.J. Nilsson, Principles of Artificial Intelligence (Palo Alto, CA, 1980)
- E. Rich, K. Knight, Artificial Intelligence (McGraw Hill Inc, 1991)
- A. Newell, Unified Theories of Cognition (Harvard Uni. Press 1990)

  Klasyczna książka, chociaż nie jest to podręcznik.

Literatura krajowa

Najbardziej przydatne (mój ranking):

1. A. Kisielewicz, Sztuczna inteligencja i logika. Podsumownaie przedsięwzięcia naukowego. Wyd. Nauk-Techniczne 2011
2. M. Flasiński, Wstęp do sztucznej inteligencji. WN PWN 2011
3. Z. Hippe, Zastosowanie metod sztucznej inteligencji w chemii (PWN, Warszawa 1993), nadal najlepsze wprowadzenie, chociaż głównie na temat zastosowań AI w chemii.
4. L. Rutkowski, Metody i techniki sztucznej inteligencji. PWN 2005. Wbrew nazwie nie jest to podręcznik sztucznej inteligencji, tylko inteligencji obliczeniowej, głównie metod rozpoznawania obiektów.
5. M.J. Kasperski, Sztuczna Inteligencja. Droga do myślących maszyn. Helion 2003, popularna książka o AI.

Literatura krajowa cd

Pozostałe:

1. J. Mulawka, Sztuczna Inteligencja (1995), dość ogólna.
2. J. Chromiec, E. Strzemieczna, Sztuczna inteligencja. Podstawowe metody konstrukcji i analizy systemów eksperckich (AOW 1994)
3. E. Chwiałkowska, Sztuczna Inteligencja w Systemach Eksperckich (MIKOM 1991)

Strony WWW:

http://duch-links.wikispaces.com zbiór linków, w tym AI + ML

http://www.kognitywistyka.net kognitywistyka + trochę AI

http://aima.cs.berkeley.edu/ai.html AI on the Web

Przykładowe pytania

- Co to jest AI? Zdefiniuj jednym zdaniem AI.
- Jakie są cele AI?
- Kiedy powstała nauka o AI?
- Jakie są kluczowe zagadnienia AI?
- Czym się różni słaba i silna wersja AI?
- Dlaczego „silna wersja” sztucznej inteligencji wzbudza kontrowersje?
- Wymyśl własne kryteria definiujące „inteligencję”.
- Jakie znasz rodzaje inteligencji?
- Jakie są dwie główne drogi do powstania AI?
- Jakie podejście zastosowano w projekcie komputerów 5 generacji?
- Dlaczego projekt budowy komputerów 5 generacji nie przyniósł rezultatów?